

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA  
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**ANÁLISIS TERMOGRÁFICO EN INSTALACIÓN ELÉCTRICA INDUSTRIAL EN  
FRIGORÍFICO NEW CONCISA CHILE SPA**

Trabajo de Titulación para optar al Título de  
Técnico Universitario en ELECTRICIDAD

Alumnos:

Priscila Andrea Latoja Echandía

Eduardo Andre Osse Arcila

Profesor Guía:

Ing. Javier Eguren Aspe

Profesor Correferente:

Ing. Franz Yurjevic Perin





## RESUMEN

**KEYWORDS:** TERMOGRAFÍA INDUSTRIAL – MANTENIMIENTO – FRIGORIFICO – TEMPERATURA.

El siguiente texto, consiste en el análisis termográfico en instalación eléctrica industrial en Frigorífico “New Concisa Chile SpA”, esta empresa se dedica la venta de productos congelados que se extraen del mar, donde se realizan mediciones preventivas con la cámara termográfica en las maquinarias, y a los componentes eléctricos de la empresa, con el fin de poder realizar un análisis de cada medición tomada, e identificar las fallas que este análisis pueda arrojar, y dar posibles soluciones o diagnósticos para cada una de ellas. Durante este proceso se identificarán las cargas críticas de la empresa, ya que estas son de vital importancia en el área de producción y la detención de algunas de ellas, sería una gran pérdida económica. En el proceso de identificar las cargas críticas se llegó a la conclusión de que los tableros eléctricos que alimentan los túneles de congelado son la parte esencial del movimiento de la producción en sí.

Se define también el proceso de medición con la cámara termográfica; ya que el control de este proceso conlleva la medición de temperatura y la identificación de determinadas irregularidades en maquinarias y componentes eléctricos industriales, los datos recopilados se utilizan para controlar y mejorar el funcionamiento de los distintos componentes y máquinas de la empresa; y que tanto las temperaturas como las formas se ajusten a las especificaciones.

La información térmica es fundamental para muchas aplicaciones, como en la instalación eléctrica en general, aplicaciones industriales, en sistemas mecánicos, etc.

Si bien, una inspección visual puede detectar un problema (falla), esta no puede detectar las irregularidades térmicas. La termografía proporciona más información a los especialistas y a las personas encargadas de tomar decisiones. De hecho, para medir la temperatura sin contacto de forma precisa, la termografía tiene más ventajas. Añade una nueva dimensión a la visión por ordenador y es la solución más adecuada para las aplicaciones que implican la medición de la temperatura sin contacto de forma precisa, las pruebas y los ensayos no destructivos.

Por último, se detalla todo referente al costo del proyecto, que incluye un curso de capacitación de la cámara termográfica, el valor de la cámara termográfica utilizada, las visitas realizadas a la empresa para realizar las mediciones termográficas correspondientes, y por último el análisis de estas, dando como resultado el costo de este proyecto la suma de \$ 2.863.841.





## ÍNDICE

### RESUMEN

### SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	3
OBJETIVO GENERAL .....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3

### CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, DEFINICIÓN DE TERMOGRAFÍA Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA .....	6
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	6
1.1.1. Antecedentes de la empresa .....	7
1.1.1.1. Evolución y Expansión .....	8
1.1.1.2. Productos .....	8
1.1.1.3. Calidad en la empresa .....	9
1.1.1.4. Futuro de la empresa .....	9
1.1.2. Proceso de operación de la empresa .....	13
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
1.3. DEFINICIÓN DE TERMOGRAFÍA .....	15

### CAPÍTULO 2: DEFINICIÓN DEL PROCESO DE MEDICIÓN CON CÁMARA TERMOGRÁFICA

2. DEFINICIÓN DEL PROCESO DE MEDICIÓN CON CÁMARA TERMOGRÁFICA.....	20
2.1. DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DE LA CÁMARA TERMOGRÁFICA.....	22
2.1.1. Funcionamiento de la cámara termográfica.....	23
2.2. DEFINICIÓN E IDENTIFICACIÓN DE CARGAS CRÍTICAS.....	26
2.2.1. Causas que originan puntos calientes en sistemas eléctricos.....	27
2.2.2. Definición de cargas críticas en la empresa.....	28
2.3. NORMATIVAS Y CERTIFICADOS .....	30
2.3.1. Normativas acerca de especificaciones técnicas.....	30
2.3.2. Normativa acerca de cualificación y certificación.....	31
2.4. MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA.....	32

### CAPÍTULO 3: MEDICIÓN EN CARGAS CRÍTICAS Y COSTO DEL PROYECTO

3. MEDICIÓN EN CARGAS CRÍTICAS Y COSTO DEL PROYECTO.....	37
3.1. ANÁLISIS DE MEDICIONES .....	38
3.2. COSTO DEL PROYECTO.....	53
3.2.1. CURSO DE CAPACITACIÓN DE APLICACIÓN DE TERMOGRAFÍA.....	53

3.2.2.	CÁMARA TERMOGRÁFICA .....	54
3.2.3.	COSTO MANO DE OBRA.....	55
3.2.4.	COSTO TOTAL DEL PROYECTO.....	56

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1-1.	Radiación electromagnética
Figura 1-2.	Ubicación nacional de New Concisa Chile SPA
Figura 1-3.	Ubicación nacional e internacional de New Concisa
Figura 1-4.	Productos de New Concisa
Figura 1-5.	Cefalópodos y mariscos
Figura 1-6.	Cefalópodos y mariscos
Figura 1-7.	Pescados
Figura 1-8.	Productos preparados
Figura 1-9.	Proceso de producción
Figura 2-1	Informe Termográfico
Figura 2-2	Informe Termográfico
Figura 2-3	Informe Termográfico
Figura 2-4	Medición a tablero
Figura 2-5	Cámara termográfica
Figura 2-6	Cuadro eléctrico
Figura 2-7	El blanco
Figura 2-8	Termo-grama
Figura 2-9	Corrosión en una batería
Figura 2-10	Imagen referencial túnel de congelado
Figura 3-1	Tablero de control
Figura 3-2	Ejemplo de imagen normal versus termográfica
Figura 3-3	Cámara termográfica

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 3-1.	Frecuencia de medición
Tabla 3-2.	Tabla de prioridades de reparación

- Tabla 3-3. Tabla de inspección termográfica
- Tabla 3-4. Tabla de inspección termográfica
- Tabla 3-5. Tabla de inspección termográfica
- Tabla 3-6. Tabla de inspección termográfica
- Tabla 3-7. Tabla de inspección termográfica
- Tabla 3-8. Tabla de inspección termográfica
- Tabla 3-9. Tabla de inspección termográfica
- Tabla 3-10. Tabla de inspección termográfica
- Tabla 3-11. Tabla de inspección termográfica
- Tabla 3-12. Tabla de inspección termográfica
- Tabla 3-13. Tabla de inspección termográfica
- Tabla 3-14. Tabla de inspección termográfica
- Tabla 3-15. Tabla de inspección termográfica
- Tabla 3-16. Tabla de inspección termográfica
- Tabla 3-17. Costo de la capacitación
- Tabla 3-18. Costo de cámara termográfica
- Tabla 3-19. Costo mano de obra en desarrollo del proyecto
- Tabla 3-20. Costo total del proyecto

## **SIGLAS Y SIMBOLOGÍA**

### **SIGLAS**

SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustible

NCh: Norma Chilena

I+D+I: Ingeniería desarrollo e innovación

Kg: kilogramo

DIN EN 13187: Normativa europea sobre el rendimiento térmico de los edificios y la detección de irregularidades térmicas en los cerramientos mediante métodos por infrarrojos.

DIN 54191: Normativa alemana sobre la comprobación no destructiva de instalaciones eléctricas mediante comprobaciones por termografía.

VdS: Requisitos mínimos para cámaras termográfica.

CNPP: Especificaciones Técnicas de las Cámaras por Infrarrojos.

DIN EN 473: Normativa europea sobre comprobaciones no destructiva.

DIN 54162: Normativa alemana sobre comprobaciones no destructiva

ASNT SNT-TC-1A: Normativa americana sobre las comprobaciones no destructivas.

EPP: Elementos de Protección Personal

SpA: Sociedad por acciones

### **SIMBOLOGÍA**

°C: Grados Celsius

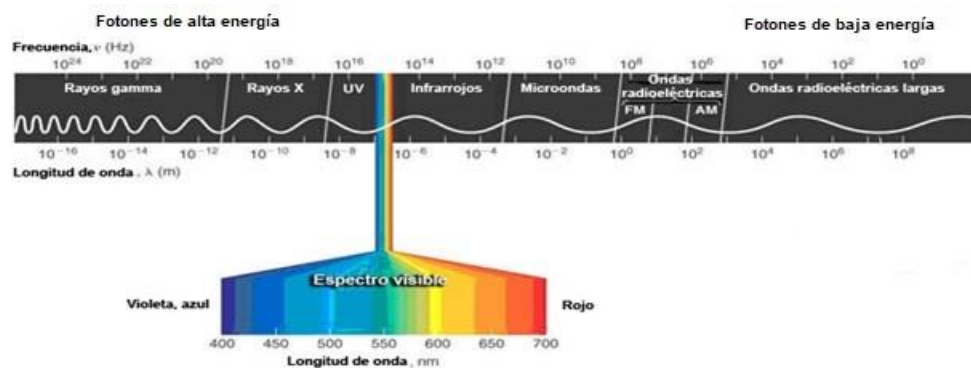
\$. Peso Chileno

## INTRODUCCIÓN

La termografía es una técnica la cual nos permite ver la temperatura de un cuerpo u objeto sin la necesidad de entrar en contacto con este mismo. En la electricidad la termografía se aplica mediante una cámara termográfica la cual capta imágenes infrarrojas en las cuales se puede identificar la temperatura que posee dicho objeto, con la cual se puede identificar si este mismo está en presencia de una falla o simplemente no está funcionando debidamente.

La cámara termográfica funciona gracias a unos sensores, los cuales captan el campo electromagnético producido por un cuerpo y lo transforma en una medición de calor. Esta medición es posible observarla gracias a la pantalla que esta posee y que entrega una imagen inmediata de lo que está sucediendo en cierto punto.

La cámara termográfica muestra la radiación electromagnética en el espectro de luz visible, el cual no es perceptible a simple vista por el ojo humano, esta radiación se muestra en la siguiente imagen.



Fuente: <http://www.escuelapedia.com/el-espectro-electromagnetico/>

Figura 1-1 Radiación electromagnética

El espectro de luz visible para el ojo humano, varía entre una longitud de onda de 400nm hasta los 700nm como se muestra en la imagen anterior.

En el ámbito industrial la aplicación de la termografía en el área de mantenimiento es una de las más difundidas, esta presenta varias ventajas, siendo uno de los ensayos más divulgados y exitoso de los últimos años. A su vez, de todas las tecnologías relacionadas al mantenimiento, la termografía será la que está más vinculada a la seguridad de una instalación. Cuando nos referimos a seguridad queremos decir seguridad tanto de las personas como edilicia.

Gran parte de las fallas electromecánicas antes de producirse se manifiesta generando calor. Este calor o elevación de temperatura puede ser una elevación súbita, pero por lo general, dependiendo del objeto, la temperatura comienza a manifestarse lentamente. Ahí es donde la termografía se transforma en una herramienta irremplazable. El objetivo es poder detectar previamente las fallas que pueden producir una parada de planta y/o un siniestro.

Cada planta e instalación tiene su historia de cómo fue concebida inicialmente y como se fueron sucediendo sus ampliaciones. La calidad de la ingeniería y el montaje inicial son fundamentales para los resultados futuros. La implementación de la termografía en el área de mantenimiento tiene un beneficio también indirecto sobre el área de producción y la calidad: menos paradas no programadas, lo cual significa mayor productividad y también uniformidad en el producto.

Aplicaciones de la termografía en general:

- Instalación eléctrica en general
- En aplicaciones industriales
- En sistema de techado
- En sistemas mecánicos
- En aplicaciones ambientales
- En aplicaciones áreas
- En biología y medicina
- En radiometría
- En ensayos no destructivos, mecánica del estado sólido, mecánica de fluidos
- En aplicaciones varias

## **OBJETIVOS**

### Objetivo General

- Realizar análisis termográfico en New Concisa Chile Spa.

### Objetivos Específicos

- Describir la situación actual de la empresa.
- Definir proceso de medición con cámara termográfica.
- Realizar medición en cargas críticas.
- Determinar costo del proyecto.



**CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, DEFINICIÓN DE  
TERMOGRAFÍA Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**



## 1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA:

### 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa New Concisa Chile SPA está dedicada principalmente a la elaboración de productos alimenticios provenientes del mar.

Está ubicada en la calle Phillipi N°325, Ciudad de Valparaíso, Chile, también cuenta con sucursales en otros países tales como; USA Y España.



Fuente: Google maps, Phillipi 325, Valparaíso

Figura 1-2 Ubicación nacional de New Concisa Chile SPA

El objetivo de esta compañía es el de ofrecer un producto final de calidad, sin olvidar la presentación de unos servicios comerciales eficaces. De la suma de calidad y la eficacia nace el objetivo fundamental del origen de New Concisa.

Sus productos son traídos directamente de alta mar siguiendo estrictos controles de calidad, consiguiendo mantener la frescura en todos los productos de su gama, garantizando la satisfacción de sus más exigentes clientes.

El empleo de técnicas y maquinaria moderna y el crecimiento de la empresa, no han sido causa para abandonar el contacto personal con el cliente ni se ha perdido el control y la manipulación artesanal en la preparación y producción de los productos, acercando el resultado de los procesos a las exigencias del cliente.

Otro de los objetivos de New Concisa es consolidar su posición en el mercado nacional e internacional, así como de mejorar la calidad tanto de sus productos como de su servicio, New Concisa está en constante evolución y crecimiento, permitiendo así alcanzar el nivel de competitividad exigido por los clientes. Gracias al compromiso que se tiene con el futuro, la calidad de sus productos es de primer nivel.

La empresa lleva más de 3 décadas dedicada a la elaboración de cefalópodos (son una clase de invertebrados marinos dentro del filo de los moluscos) congelados y otros productos alimenticios provenientes del mar.

#### 1.1.1. Antecedentes de la empresa

New Concisa es una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de productos del mar congelados. Tras la desaparición de la antigua empresa familiar Concisa, Don Jesús Sánchez Barqueros, socio de esta, se dedicó a construir, junto con sus hijos, New Concisa en el año 1997, situando su producción en el polígono industrial de Ascoy (Cieza).

Sus materias primas proceden de los principales caladeros del mundo, y son sometidas a estrictos controles de calidad, permitiendo ofrecer una de las gamas más completas de productos ultracongelados, y satisfacer las necesidades de los más estrictos clientes europeos en todos los sectores: hostelería, minoristas, mayoristas, supermercados e hipermercados.

Desde su creación, esta empresa ha experimentado un considerable crecimiento, pudiendo observarse este hecho en la evolución del volumen de activo y su cifra de ventas, circunstancia que le ha permitido convertirse en una de las mayores empresas de este sector en la región de Murcia. Además, la empresa ha ido creciendo en lo que se refiere a la distribución de sus productos, aumentando su radio de acción que inicialmente se limitaba a la Región de Murcia, teniendo actualmente una gran importancia de la actividad exportadora de la misma, así como las operaciones que ésta realiza con grandes cadenas comerciales en el ámbito nacional e internacional.

La última cifra negocio disponible en 2009 es de 10.289.441 euros con un Resultado del Ejercicio de 203.743 euros y un número de empleados de 55 personas.

Por último, decir, que la filosofía de New Concisa se basa en las ansias de mejora y en la ilusión del equipo humano, siendo unos de sus puntos fuertes su departamento de I+D+I, el cual desarrolla nuevos alimentos de calidad, adecuados a las necesidades del más exigente consumidor, persiguiendo, además de la salubridad, su fácil preparación y conservación.

#### 1.1.1.1. Evolución y Expansión

Con el objetivo de consolidar su posición en el mercado nacional e internacional, así como de mejorar la calidad tanto de sus productos como de su servicio, New Concisa está en constante evolución y crecimiento, permitiendo así alcanzar el nivel de competitividad exigido por sus clientes. Gracias a este compromiso con el futuro, la calidad de los productos no conoce fronteras.

- Calidad
- Constancia
- Evolución
- Competitividad



Fuente: <http://www.newconcisa.com/new-concisa-chile/>

Figura 1-3 Ubicación Nacional e Internacional de New Concisa

#### 1.1.1.2. Productos

En New Concisa Chile, se está en continuo proceso de investigación para el desarrollo e incorporación de nuevos productos.

New Concisa lleva más de 3 décadas dedicada a la elaboración de cefalópodos congelados y otros productos alimenticios provenientes del mar, se trabaja día a día, con el objetivo de ofrecer un producto final de calidad, sin olvidar la presentación de unos servicios comerciales eficaces. De la suma de la calidad y la eficacia nace el objetivo fundamental de New Concisa.

Se elabora y comercializa la más amplia selección de productos. Cefalópodos, pescados y platos preparados, teniendo todos como base las mejores materias primas.

Con la finalidad de ofrecer productos seguros y de alta calidad para los consumidores, así como para lograr la plena satisfacción de sus clientes, en New Concisa se definen procedimientos de trabajos basados en el control de la calidad.

#### 1.1.1.3. Calidad en la empresa

Sus materias primas proceden de los principales caladeros del mundo y son sometidas a estrictos controles de calidad, permitiéndole ofrecer una de las gamas más completas de productos ultra congelados.

El principal objetivo es satisfacer las necesidades de los más estrictos clientes europeos en todos los sectores: hostelería, minoristas, mayoristas, supermercados e hipermercados. Del compromiso de New Concisa con la calidad y de una esmerada elaboración, se obtienen los mejores ultra congelados.

#### 1.1.1.4. Futuro de la empresa

En esta compañía se trabaja activamente en la investigación a fin de ofrecer el mejor producto bajo las mejores condiciones. Cuentan con su propio equipo de profesionales que se encargan de estudiar y analizar las necesidades reales del mercado.

Su planta de producción cuenta con una novedosa maquinaria que les permite automatizar la mayor parte de sus procesos de producción. En New Concisa se apuesta por la innovación aplicada a sus procesos de producción.

En New Concisa se está en continuo proceso de investigación para el desarrollo e incorporación de nuevos productos, siendo 115 productos comercializados.

La gama de productos de New Concisa es una de las más amplias del mercado e incluye pescados, mariscos y platos preparados, todos idóneos para cubrir las necesidades de alimentación de los consumidores.



Fuente: <https://www.newconcisa.com/>

Figura 1-4 Productos de New Concisa

A continuación, se mostrarán algunos de los productos de cefalópodos y mariscos.

Fuente: Catalogo New Concisa



Figura 1-5 Cefalópodos y mariscos



Fuente: Catalogo de New Concisa

Figura 1-6 Cefalópodos y mariscos

En la siguiente imagen se mostrarán algunos de la selección de pescados.



Fuente: Catalogo de New Concisa

Figura 1-7 Pescados

En esta imagen se ven algunos de los productos preparados de new concisa.



Fuente: Catalogo de New Concisa

Figura 1-8 Productos preparados

### 1.1.2. Proceso de operación de la empresa

Para entregar una mejor calidad del producto de la empresa consta de un proceso riguroso que inicia desde la extracción del producto y finalizando con la distribución de esta misma. Este proceso consta de diversas etapas para llevarse a cabo, donde se destacan las siguientes:

1. Recepción de los containers de pesca que son transportados a través de los barcos.
2. El producto que llega en estos containers se deposita en bins (contenedores de plásticos), las cuales tiene un peso de aproximado de 1.000 Kg. (cabe destacar que el producto no ha sido separado).
3. Una vez los bins cargados y pesados, se procede a transportarlos mediante una cinta transportadora, para realizar el proceso de faenado, en el cual se lleva a cabo la limpieza del producto.

4. Se procede a depositar los productos en otros bins para ser transportados a través de la cinta transportadora, para luego separarlos (estos se seleccionan debido al tipo de corte) y pesarlos.
5. Se envasan los productos por tipos de cortes.
6. Luego se ubican los productos envasados en túneles de congelación para que estos adquieran una temperatura de  $-30^{\circ}\text{C}$ . Estos son transportados mediante una grúa horquilla hasta el túnel.

Para llevar a cabo estos procedimientos es necesario contar con diversos tipos de maquinarias eléctricas tales como:

- El motor que es el encargado del movimiento de la cinta transportadora.
- Un moto-regulador que cumple con la función de regular la velocidad del motor.



Fuente: <http://www.newconcisa.com>

Figura 1-9 Proceso de producción

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Termografía Infrarroja juega un rol cada vez más importante en las actividades de Mantenimiento. Esta técnica de producir imágenes a partir de la radiación térmica invisible que emiten los objetos, es un medio que permite identificar, sin contacto alguno, componentes eléctricos y mecánicos más calientes que su operación normal indicando áreas de fallas inminentes o áreas con excesiva pérdida de calor, que usualmente son síntomas de fallas.

El uso de Termografía Infrarroja, permite la reducción de los tiempos de parada al minimizar la probabilidad de fallas imprevistas o no programadas en equipos e instalaciones.

En este caso se realizaron las mediciones termográficas preventivas en las maquinarias y componentes eléctricos, para hacer un análisis de aquellas mediciones e identificar las que presenten o puedan causar alguna falla.

Los beneficios de la reducción de costos a partir de esta tecnología, incluyen ahorros de energía, protección de equipos costosos, velocidad de inspección, diagnóstico y chequeo post-reparación, además de incrementar el tiempo de producción maximizando la disponibilidad de equipos.

## **1.3. DEFINICIÓN DE TERMOGRAFÍA**

La termografía es una técnica de ensayo no destructivo que permite obtener en tiempo real o diferido una imagen térmica de la superficie de un cuerpo sin tocarlo. Esta imagen está relacionada con las diferencias de temperatura que presentan los distintos puntos de la superficie de un sistema. Es preciso saber aclarar que una buena imagen térmica no significa necesariamente una determinación exacta de la temperatura de cada punto, sin embargo, al obtener una visión global de la distribución de temperaturas es posible detectar en forma inmediata los puntos fríos y calientes, esta imagen se determina mapa de isotermas. Todo cuerpo emite radiación térmica que depende de la temperatura a la cual se encuentre. De acuerdo a la longitud de onda de la radiación térmica, esta se ubica en el infrarrojo, dentro del espectro electromagnético.

Para obtener temperaturas exactas es preciso conocer la emisividad y las propiedades ópticas del medio que está entre el equipo de termografía y el objeto de interés. Si la superficie presenta una emisividad uniforme, basta determinar la temperatura de un punto usando por ejemplo una termo-cupla, y luego se ajusta el valor de emisividad en el equipo de termografía hasta obtener el mismo valor.





**CAPÍTULO 2: DEFINICIÓN DEL PROCESO DE MEDICIÓN CON CÁMARA  
TERMOGRAFICA**

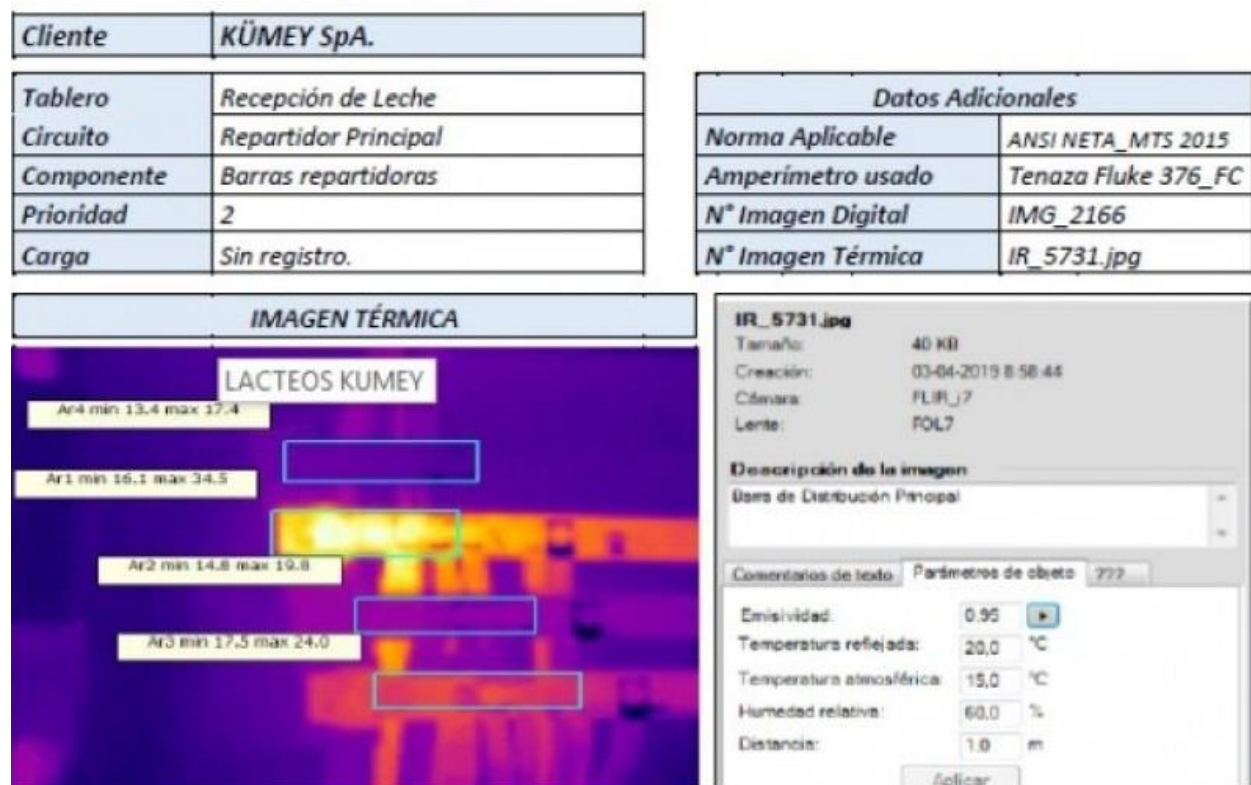


## 2. DEFINICIÓN DEL PROCESO DE MEDICIÓN CON CÁMARA TERMOGRÁFICA

Previamente para definir el proceso de medición, se debe enumerar todo el equipamiento que se desee supervisar. En muchas empresas esa lista ya se encuentra disponible, lo único que se debe hacer es eliminar aquellas de la lista que no son adecuadas para **las inspecciones termográficas**, luego se debe asignar las prioridades de la lista. Casi todas las empresas conservan registros de mantenimiento y producción. En los registros se podrán ver los equipos que con una mayor tendencia suelen fallar y, por tanto, debe ser inspeccionado más cuidadosamente. Además, se deben tener en cuenta las consecuencias directas de la falla. El equipamiento esencial se debe supervisar con más frecuencia y atención que el equipamiento que puede permanecer temporalmente fuera de servicio sin afectar la funcionalidad del proceso completo.

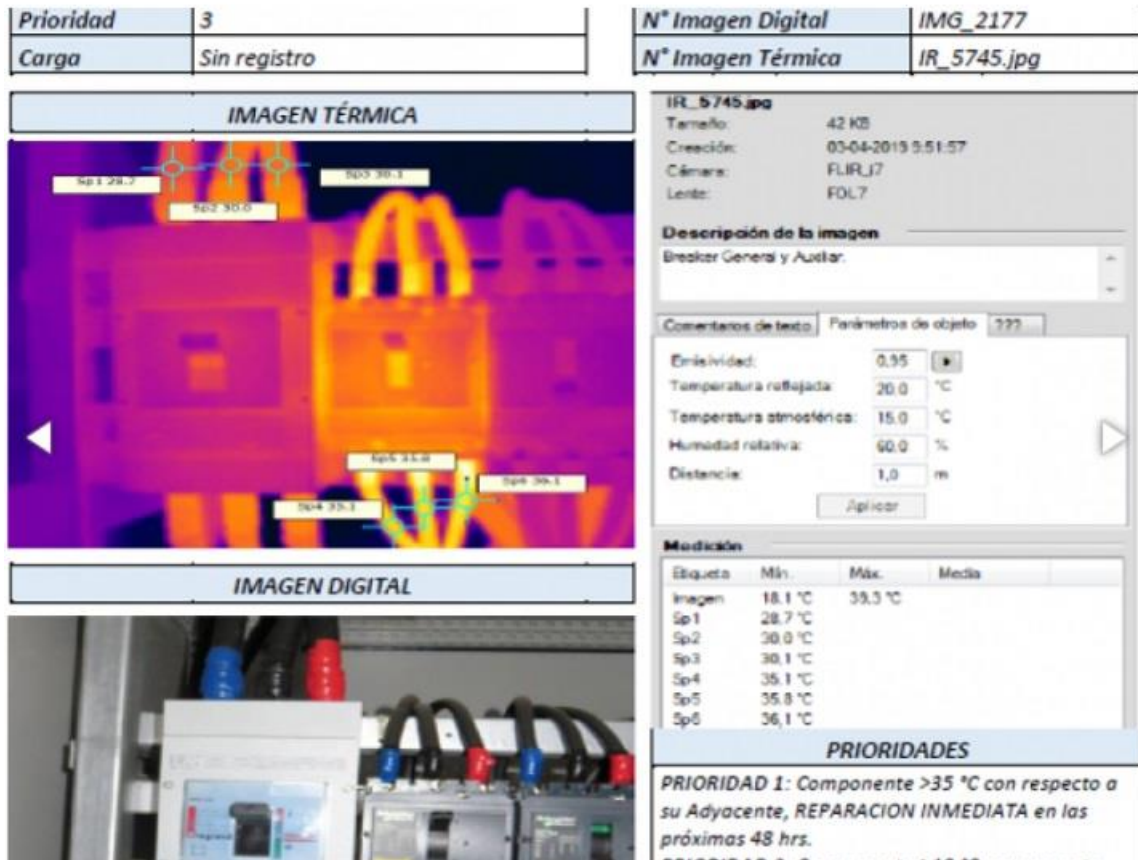
A continuación, en las siguientes imágenes se mostrarán ejemplos de registros anteriores de informes termográficos.

### Informe Termográfico



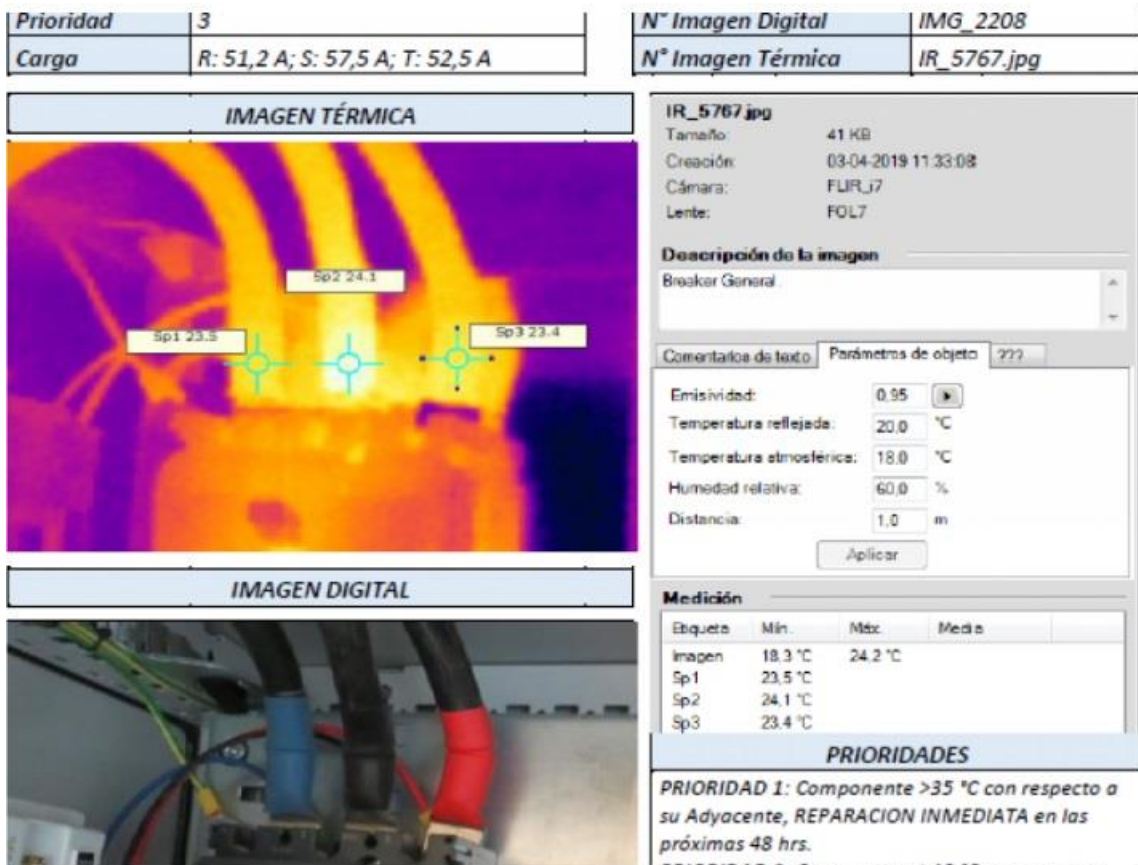
Fuente: <https://www.seaelec.net/proyectos/inspeccion-termografica-planta-kumey-9>

Figura 2-1 Informe Termográfico



Fuente: <https://www.seaelec.net/proyectos/inspeccion-termografica-planta-kumey-9>

Figura 2-2 Informe Termográfico



Fuente: <https://www.seaelec.net/proyectos/inspeccion-termografica-planta-kumey-9>

Figura 2-3 Informe Termográfico

El proceso de medición de la cámara termográfica es bastante específico, pero sencillo. Este proceso es el siguiente:

1. Se identifica el componente eléctrico industrial o máquina a medir.
2. Se procede a encender la cámara.
3. Se procede a captar y enfocar la imagen.
4. Se procede a capturar la imagen en el punto que se desea.
5. Se toma la misma imagen, pero esta vez, en infrarrojo.
6. Se guarda la imagen en el almacenamiento de la cámara.
7. Se procede a guardar la imagen en una computadora para después realizar comparaciones con futuras mediciones.

Si existen mediciones anteriores se procede a hacer una comparación de estas mediciones, para verificar si las condiciones de trabajo de algún componente eléctrico han cambiado a lo largo del tiempo, o se han mantenido.



//Fuente: <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-medicion/introduccion-a-las-cameras-termograficas>

Figura 2-4 Medición a tablero

## 2.1 DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DE LA CÁMARA TERMOGRÁFICA

Las cámaras termográficas pueden ser de diferentes formas, ya sea tener la forma de una cámara normal o una forma similar a una “pistola”. Para este proyecto se utilizará la segunda opción. Este tipo de aparato cuenta con las siguientes partes exteriores:



Fuente: <http://www.macrobaleros.com/camara-termografica-industrial-fluke-ti32>

Figura 2-5 Cámara termográfica

Estas partes mostradas en la imagen anterior, son parte de lo que forman una cámara termográfica. Estas piezas sumadas a los sensores internos y funcionan de la siguiente forma:

**Pantalla LCD:** Esta pantalla es esencial para la medición, ya que en esta se muestra la imagen de lo que se está midiendo.

**Menú:** Esta serie de botones ayuda y facilita el acceso al menú de la cámara, el cual permite ver los registros anteriores, encender o apagar esta misma, y guardar una imagen.

**Tarjeta de memoria SD:** Esta es una tarjeta externa la cual almacena las imágenes capturadas por la cámara. Esta memoria tiene la particularidad que se puede extraer para poder guardar la información registrada en esta en una computadora.

**Lente:** La lente es por la cual se recibe la imagen para ser llevada a los sensores.

**Batería:** Esta es sumamente esencial, ya que sin esta la cámara no podría encender.

**Enfoque:** Con esta perilla se permite enfocar la imagen que se observa en la pantalla LCD.

**Sensores:** Consiste en convertir la radiación térmica en señales eléctricas. Estas señales se envían a un procesador que crea una falsa imagen visible coloreada a partir de las mismas.

**Gatillo:** Es el que permite la captura de imágenes.

### 2.1.1. Funcionamiento de la cámara termográfica

Todos los cuerpos por encima del cero absoluto ( $-273^{\circ}\text{C}$ ) emiten radiación infrarroja (calor). En general, cuanto mayor es la radiación emitida, mayor es la temperatura del cuerpo. Esta radiación es invisible al ojo humano y su rango en el espectro electromagnético se sitúa entre la luz visible y la radiación de microondas. En concreto, la longitud de onda de los infrarrojos se sitúa entre las 0,7 y las 1000 micras. Dentro de este amplio margen, las cámaras térmicas trabajan en un rango conocido como infrarrojo térmico, que es donde se encuentran las temperaturas más habituales en la superficie terrestre, entre las 8 y las 14 micras, que equivale aproximadamente entre los  $-20$  y  $350^{\circ}\text{C}$ .



Fuente: <https://www.promax.es/esp/noticias/400/camara-termografica-como-funcionan-y-por-que-pueden-ser-necesarias/>

Figura 2-6 Cuadro eléctrico

La cámara termográfica dispone de un sensor térmico llamado micro bolómetro que al recibir la radiación infrarroja se calienta y cambia su resistencia eléctrica. Este cambio de resistencia se mide y se equipará a una determinada temperatura, siendo asignado un color para cada temperatura y formando una imagen coloreada que será la que veamos en pantalla. La ventaja de estos sensores es que pueden trabajar a temperatura ambiente y no necesitan refrigeración, por lo que son más económicos que los de uso militar.

Resulta útil tener una comprensión general de cómo funcionan las cámaras termográficas porque es muy importante que el termógrafo trabaje dentro de las limitaciones del equipo. Esto permite detectar y analizar los problemas potenciales con mayor precisión. El propósito de una cámara termográfica es detectar la radiación infrarroja que emite el blanco. Consulte la figura 2-7. El blanco es el objeto que va a ser inspeccionado con una cámara termográfica.

La radiación infrarroja converge, debido a la óptica de la cámara termográfica, en el detector para obtener una respuesta, que normalmente es un cambio de tensión o de resistencia

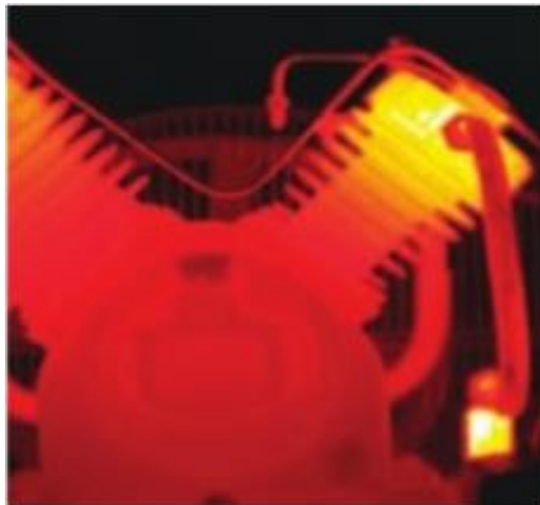
eléctrica, la cual es leída por los elementos electrónicos de la cámara termográfica. La señal producida por la cámara termográfica se convierte en una imagen electrónica (termo-grama) en la pantalla. Una termo-grama es la imagen de un blanco electrónicamente procesado y mostrado en la pantalla en donde los distintos tonos de color se corresponden con la distribución de la radiación infrarroja en la superficie del blanco. Con este sencillo proceso, el termógrafo es capaz de ver la termo-grama que se corresponde con la energía radiada procedente de la superficie del blanco.



Fuente: <https://es.scribd.com/presentation/332858518/TERMOGRAFIA>

Figura 2-7 El blanco

El blanco es el objeto que va a ser inspeccionado con una cámara termográfica. El propósito de una cámara termográfica es detectar la radiación infrarroja que emite el blanco.



Fuente: <https://www.mundohvacr.com.mx/2015/01/ventajas-de-la-termografia/>

Figura 2-8 Termo-grama

Una termo-grama es un diagnóstico a través de una imagen termográfica. Se trata de la captura de imágenes de infrarrojos del calor que irradia fuera el cuerpo.

## 2.2. DEFINICIÓN E IDENTIFICACIÓN DE CARGAS CRÍTICAS

Carga crítica es aquella que al dejar de funcionar o al funcionar inapropiadamente pone en peligro la seguridad del personal y/u ocasiona grandes perjuicios económicos. Por ejemplo, un paro no programado es muy costoso para la empresa.

Las fallas pueden ser de diversos tipos, las más comunes o usuales son:

**Sobrecarga Mecánica:** Este tipo de falla consiste en que un motor o maquina este realizando un esfuerzo mayor al que debería realizar ya sea por un exceso de carga o a una alteración en su frecuencia

**Sobrecarga eléctrica:** Esto se pueden dar en componentes de protección como diferenciales, disyuntores, entre otros, o transformadores. Estos se producen debido a que los valores nominales de funcionamiento de estos componentes son excedidos a causa de alguna falla en las líneas.

**Mal conexionado o terminales “suelos”:** Esto se puede encontrar en todo tipo de máquinas o componentes eléctricos debido a que es simplemente el mal apriete de los terminales. Esto también se puede dar con el tiempo ya que al pasar el tiempo con el movimiento ocurre la ocasión

de que los terminales se sueltan, este fenómeno produce un chisporroteo y un sobrecalentamiento en los terminales.

Oxidación o agripamiento de terminales: (agripamiento: es cuando los terminales están expuestos a humedad y se agripan) Estos dos efectos se deben a la ubicación en la cual están instalados los instrumentos ya que tenemos empresas pesqueras que, al estar en los bordes costeros, los terminales u otras partes de los instrumentos suelen oxidarse o agriparse. La oxidación es de fácil percepción, pero la agripación a veces es más difícil de percibir o identificar.



Fuente: <https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-corrosi%C3%B3n-de-la-bater%C3%ADa-de-coche-en-el-terminal-terminales-sucios-de-la-bater%C3%ADa-antes-image71796774>

Figura 2-9 Corrosión en una batería

Estas son algunas de las fallas que se pueden presentar en los componentes eléctricos y que no son perceptibles a simple vista y pueden causar la pérdida completa de algún de los componentes eléctricos utilizados ya sea para maniobrar, transportar o mover alguna carga.

Las fallas no solo se pueden dar gracias a una mala manipulación de la maquinaria, sino que se puede dar de forma natural a medida que pasa el tiempo, ya que a lo largo de los años se produce un desgaste en los componentes eléctricos. Este desgaste puede producir una temperatura superior a la nominal que poseen ciertas maquinarias.

### 2.2.1. Causas que originan puntos calientes en sistemas eléctricos

La termografía infrarroja es una herramienta predictiva extensamente utilizado en la actualidad. Conocer las causas principales de los fallos eléctricos y corregirlos a tiempo reduce drásticamente las posibilidades de interrupciones de suministro, e incluso, previene de siniestros. Se hará una breve descripción de las principales causas de este problema.

Cuando la condición de un componente, conductor o equipo eléctrico se deteriora, su resistencia puede aumentar y generar más calor. Con el uso de la termografía infrarroja se pueden identificar estos puntos calientes y clasificarlos según el criterio de gravedad adoptado. Ahora bien, al realizar una inspección infrarroja de un sistema eléctrico o mecánico, es importante observar si toda la radiación emitida por una superficie es debida solamente a su temperatura. No contar con todos los factores que influyen en la inspección puede desembocar en un error de medición.

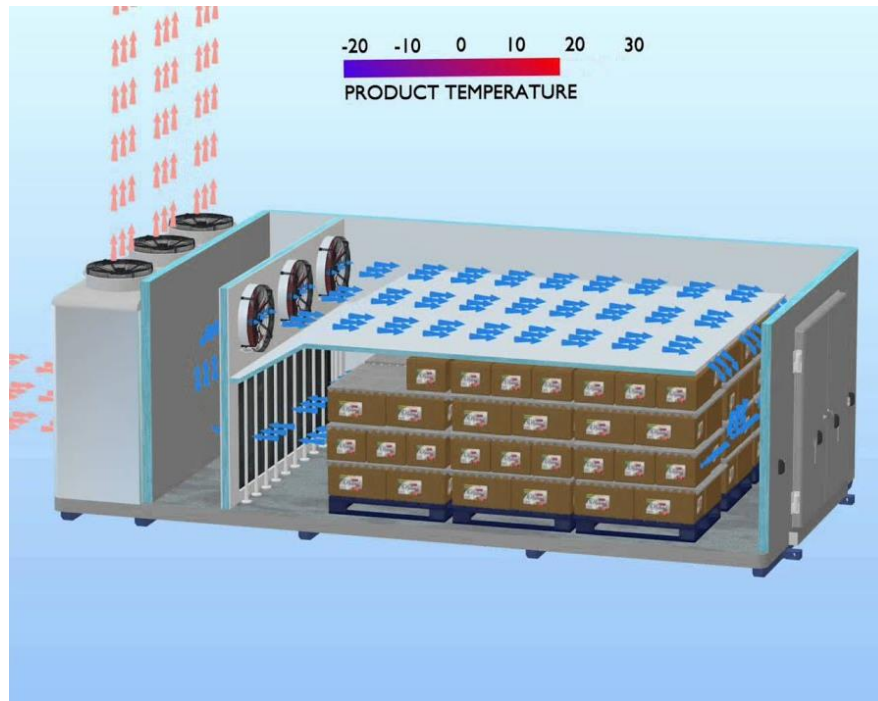
Las causas de variaciones termales pueden ser reales o aparentes. Las causas reales intervienen de forma directa sobre la temperatura absoluta real emitida por la superficie, en cambio, las aparentes, son causas que pueden producir confusiones y errores de lectura al variar la información recibida por la cámara termográfica, y por esta razón, hace falta, si es posible, introducir factores de compensación u otras medidas rectificadoras. Entre las causas de anomalías más frecuentes se encuentran:

- Incremento de resistividad por malos contactos
- Sobrecarga en componentes eléctricos y conductores
- Perturbaciones debido a componentes armónicos en el sistema eléctrico
- Desequilibrio de fases

#### 2.2.2. Definición de cargas críticas en la empresa

La empresa posee diferentes tipos de cargas en su sistema eléctrico, como motores, electrobombas, frigoríficos, etc. Dichas cargas están comandadas y protegidas desde su respectivo tablero, por lo tanto, estos elementos son de suma importancia en la empresa. Según este parámetro se definen las cargas críticas.

Las cargas más importantes en la empresa son los túneles de congelado, un túnel de congelado es un recinto aislado térmicamente dentro del cual se contiene materia, en este caso productos del mar, para extraer su energía térmica y así mantener su temperatura a niveles adecuados e impedir que se descompongan. Esta extracción de energía se realiza por medio de un sistema de refrigeración. La empresa posee 5 túneles de congelados, las cuales constan de motores, ventiladores, compresores, evaporadores y condensadores para hacer funcionar dicho sistema. Estos elementos se definen como cargas críticas debido a que si presentan alguna falla en su funcionamiento existe un alto riesgo de perder el producto y así una gran cantidad de capital, teniendo un resultado negativo en la empresa. Cabe destacar que también se considera parte de los elementos más importantes, los tableros y otros elementos eléctricos que sean parte de los túneles de congelados.



Fuente: [www.refricentro.cl](http://www.refricentro.cl)

Figura 2-10 Imagen referencial túnel de congelado

### 2.3. NORMATIVAS Y CERTIFICADOS

No existe una “normativa de termografía” como tal. Sin embargo, existen varias normativas y directrices agrupadas en dos conjuntos principales, que consisten en requisitos acerca de las especificaciones técnicas de las cámaras termográfica y por otro lado, especificaciones para la formación y cualificación del personal que usa la termografía.

Acerca de las especificaciones técnicas de las cámaras termográfica y sus aplicaciones, existe un total de cuatro directrices y normativas (DIN EN 13187, DIN 54191, las directrices VdS, y en el CNPP).

En cuanto a lo que son las normativas relevantes en el área de la formación y cualificación relacionada con la tecnología de infrarrojos serían 3 directrices claves (DIN EN 472, DIN 54162 y ASNT SNT-TC-1A).

#### 2.3.1. Normativas acerca de especificaciones técnicas

Como se mencionó anteriormente, las normativas y directrices para la termografía se dividen en dos categorías.

Las siguientes normativas y directrices describen los requisitos acerca de las especificaciones técnicas de las cámaras termográfica:

**DIN EN 13187** – Normativa europea sobre el rendimiento térmico de los edificios y la detección de irregularidades térmicas en los cerramientos mediante métodos por infrarrojos.

**DIN 54191** – Normativa alemana sobre la comprobación no destructiva de instalaciones eléctricas mediante comprobaciones por termografía.

**VdS** Requisitos mínimos para cámaras termográfica – El VdS Schadenverhütung GmbH establece estos requisitos mínimos que las cámaras termográficas deben cumplir para asegurar una investigación termográfica efectiva en equipamiento eléctrico.

**CNPP** Especificaciones Técnicas de las Cámaras por Infrarrojos – descripción de los requisitos técnicos mínimos para cámaras termográfica por el French National Center for Prevention and Protection (Centro Nacional Francés para la Prevención y Protección).

### 2.3.2. Normativas acerca de cualificación y certificación

Las siguientes normativas describen las especificaciones para la formación y cualificación de los operarios que trabajan en el campo de la termografía.

**DIN EN 473** – Normativa europea sobre comprobaciones no destructiva – Cualificación y certificación de personal relaciona con la NDT (Non-Destructive Testing – comprobaciones no destructivas).

**DIN 54162** – Normativa alemana sobre comprobaciones no destructiva – Cualificación y certificación de personal relacionado con la comprobación mediante termografía – Principios generales y específicos para los niveles 1, 2 y 3.

**ASNT SNT-TC-1A**- Normativa americana de la American Society for Non-Destructive Testing (Sociedad Americana para las Comprobaciones no Destructivas), sobre las comprobaciones no destructivas, la cualificación y la certificación de personal relacionado con la comprobación mediante termografía.

## 2.4. MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA

El mantenimiento se puede definir como el conjunto de actividades de carácter técnico y organizativo que se realizan para reparar o conservar activos físicos y pueda realizar la función requerida de manera óptima. Existen variados tipos o estrategias de mantenimiento las cuales tienen como objetivo definir una combinación de estrategias que minimice el costo global de mantenimiento y que dependen o varían según la tarea que se realizará al activo. Entre las estrategias de mantenimiento más utilizadas actualmente en la industria son: Mantenimiento correctivo, Mantenimiento preventivo, Mantenimiento predictivo y mantenimiento proactivo.

Actualmente la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento asociados a los tableros eléctricos que suministran de energía a los túneles de congelado, por lo que su mantención es netamente correctiva, lo cual no es conveniente para la empresa debido al alto costo que conlleva una acción correctiva poniendo en riesgo el proceso productivo por una parada del proceso que podría evitarse manteniendo los equipos bajo inspecciones o tareas de mantención preventiva.

El mantenimiento preventivo se realiza para anticiparse a una interrupción imprevista de la máquina o equipo, y por ende la detención del proceso productivo. Su objetivo es mantener el equipo en óptimas condiciones de funcionamiento. Su ejecución es en base a recomendaciones del fabricante, fallas presentadas anteriormente y condiciones de trabajo del activo. Lo ideal es que se realice un análisis de costos, de tal manera que el costo por pérdida del equipo y de reemplazo o reparación sea menor al costo que signifique una falla por una detención imprevista.

Formas de elaborar un plan de mantenimiento:

Para la elaboración de un plan de mantenimiento se pueden utilizar 3 técnicas, las cuales son:

- Recopilando las instrucciones de los fabricantes de los diferentes equipos que componen la planta, y agrupándolas en gamas de mantenimiento.
- Realizando un plan mantenimiento basado en protocolos de mantenimiento, que parten de la idea de que los equipos se pueden agrupar por tipos, y a cada tipo le corresponde una serie de tareas independiente quien sea el fabricante.
- Realizando un plan basado en un análisis de fallos que desean evitarse. Es el modo más completo y eficaz de realizar un plan de mantenimiento ya que está basado en los problemas, las causas del problema y las soluciones a dicho problema.

En el Anexo A: planilla de trabajo, se puede observar una pauta de mantenimiento realizada para la empresa.





**CAPÍTULO 3: MEDICIÓN EN CARGAS CRÍTICAS Y COSTO DEL  
PROYECTO**



### 3. MEDICIÓN EN CARGAS CRÍTICAS Y COSTO DEL PROYECTO

Antes de realizar las mediciones en las cargas críticas, es importante saber cada cuanto se debe realizar una mantención o medición termográfica según cada componente eléctrico o maquinaria.

La frecuencia de las inspecciones se basa en diversos factores. Los factores clave son: la seguridad, la importancia crítica del equipo, el costo que pueda suponer una falla y la frecuencia con que los problemas impactan en la producción o el mantenimiento. Este último punto es suficientemente importante como para dedicar tiempo a investigar fallas anteriores, establecer discusiones con colaboradores y revisar los registros de fábrica anteriores. Una vez que el equipo ha pasado por varios ciclos de inspección, es posible que descubra que las siguientes frecuencias son un buen objetivo (Los tiempos recomendados para realizar las mediciones comúnmente son los mostrados en la siguiente tabla):

Tabla 3-1: Frecuencia de medición

<b>Equipo por medir</b>	<b>Frecuencia de la medición</b>
<b>Subestación de A.T</b>	1 a 3 Meses
<b>Transformadores</b>	Anual
<b>Motores de 400V de centro de refrigeración</b>	6 a 12 Meses
<b>Motores sin refrigeración o con cierta antigüedad</b>	4 a 6 Meses
<b>Equipos de distribución eléctrica</b>	4 a 6 Meses
<b>Motores grandes</b>	Anual
<b>Motores más pequeños</b>	4 a 6 Meses

Fuente: Catálogo fluke

Cabe destacar que estos datos pueden variar dependiendo del estado o del uso que se le esté dando a dicha maquinaria o a la antigüedad que poseen estas.

Las mediciones se realizarán en las cargas críticas, en este caso los tableros eléctricos, los cuales son los encargados de realizar la distribución de la energía a las diferentes áreas de la empresa y sus correspondientes equipos eléctricos, además estos controlan parte del proceso por el cual pasa el producto antes de ser congelado, y una falla en estos causaría una gran pérdida, monetaria para dicha empresa ya que la producción se retrasaría o en otro caso se podría perder. Estas áreas se dividen en oficinas, área de refrigeración, donde se procesa el producto, entre otras.



Fuente: Elaboración propia en visita a terreno

Figura 3-1 Tablero de control

### 3.1. ANÁLISIS DE MEDICIONES

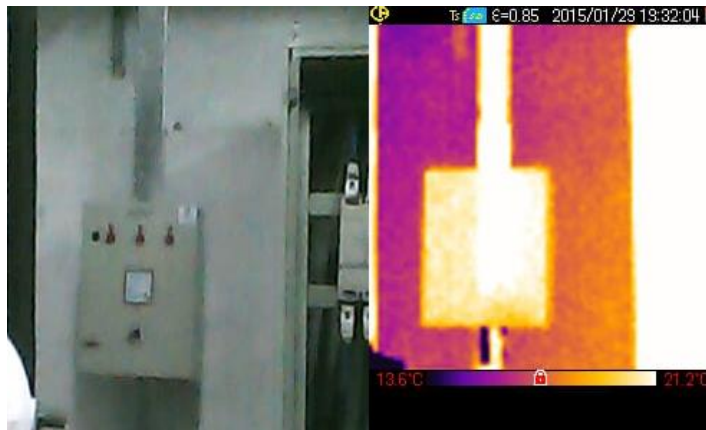
Antes de comenzar este capítulo cabe destacar las temperaturas ambientes en las cuales pueden funcionar de una manera normal las protecciones, esta variara dependiendo de la marca o el tipo de protección, pero en este caso se designó un valor ambiental entre los  $-5^{\circ}\text{C}$  y  $40^{\circ}\text{C}$ .

Cabe destacar que en las mediciones pueden existir variaciones en las temperaturas que poseen los terminales de un termomagnético o diferencial, pero esta diferencia de temperatura no debe sobrepasar los  $10^{\circ}\text{C}$ , en caso de que esto no se cumpla es probable que el contacto con mayor diferencia de temperatura este en una posible falla.

Tabla 3-2 Tabla de prioridades de reparación

Tabla de prioridades de reparación	
Prioridad	Acción según prioridad
1	$<10^{\circ}\text{C}$ respecto a adyacente (no es necesario reparar, se recomienda hacer seguimiento de $T^{\circ}$ ).
3	$>10^{\circ}\text{C}$ y $<35^{\circ}\text{C}$ respecto a adyacente (reparación en parada programada – Próximo 4 meses).
5	$>35^{\circ}\text{C}$ respecto a adyacente (reparación inmediata – Próximo 48 hrs).

Fuente: De elaboración propia



Fuente: Cámara termográfica

Figura 3-2 Ejemplo de imagen normal versus termográfica

En la figura expuesta se aprecia un ejemplo de cómo se ve una imagen normal vista de una forma térmica, en la parte inferior de la imagen se muestra el rango de temperatura que posee dicha imagen.


A continuación, se muestran las imágenes tomadas con la cámara termográfica a los tableros de las cargas críticas y su respectivo análisis.

Tabla 3-3 Tabla de inspección termográfica

Informe de inspección termográfica			
			
		Imagen termográfica	
Empresa:	New Concisa Chile SpA	Realizado por:	Priscila Latoja Eduardo Osse
Fecha:	15/08/2018	Hora:	22:00 Pm
Herramienta a utilizar:	Cámara termográfica <b>TRM450</b>		
Tablero Eléctrico:	Tablero de fuerza 1		
Componente:	Contactor y térmico		
Prioridad:	1		
Observación:	Se pudo observar una clara diferencia de temperatura entre los terminales en el lugar indicado por el cursor de la cámara, lo cual indica un posible mal apreté en el terminal del lado izquierdo de la imagen, este tipo de fallas son comunes y se descartan fallas en alimentación o carga debido a que las temperaturas en este caso son bajas y no poseen gran variación entre ellas.		
Informe de las reparaciones que se deben realizar:	Se recomienda realizar una inspección a la conexión en ese punto.		


Fuente: De elaboración propia

Tabla 3-4 Tabla de inspección termográfica

Informe de inspección Termográfica			
			
		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Imagen Real</span> <span>Imagen termográfica</span> </div>	
Empresa:	New Concisa Chile SpA	Realizado por:	Priscila Latoja Eduardo Osse
Fecha:	15/08/2018	Hora:	22:00 Pm
Herramienta a utilizar:		Cámara termográfica <b>TRM450</b>	
Tablero Eléctrico:		Tablero de fuerza 2	
Componente:		Automático	
Prioridad:		1	
Observación:		<p>En la figura anterior, se observa una diferencia de temperatura en la parte superior aguas arriba del automático, específicamente en el cable del lado derecho. Esta variación de temperatura no es de gran importancia debido a que no es mayor a 10 grados Celsius.</p>	
Informe de las reparaciones que se deben realizar:		No se recomiendan acciones para este elemento de protección.	



Fuente: De elaboración propia

Tabla 3-5 Tabla de inspección termográfica

Informe de inspección termográfica			
			
Imagen termográfica		Imagen real	
Empresa:	New Concisa Chile SpA	Realizado por:	Priscila Latoja Eduardo Osse
Fecha:	15/08/2018	Hora:	22:00 Pm
Herramienta a utilizar:		Cámara termográfica <b>TRM450</b>	
Tablero Eléctrico:		Tablero de fuerza 3	
Componente:		Automático	
Prioridad:		5	
Observación:		<p>Se puede deducir de la imagen, que existe una clara diferencia entre las temperaturas de los cables ubicados aguas arriba del automático, esto se puede deber a un fallo en la alimentación, de igual forma se descarta un mal dimensionamiento de la línea ya que solo una de estas presenta un aumento irregular de temperatura. el exceso de temperatura se produciría en la parte aguas arriba del automático, donde se conectan los cables a este. Otra causa posible puede ser un desequilibrio de fases, en la alimentación del circuito.</p>	
Informe de las reparaciones que se deben realizar:		Se recomienda realizar un reapriete en terminal T, en la entrada del automático, y además verificar que no haya un desequilibrio de fases.	

Fuente: De elaboración propia

Tabla 3-6 Tabla de inspección termográfica

Informe de inspección Termográfica			
			
Imagen termográfica		Imagen real	
Empresa:	New Concisa Chile SpA	Realizado por:	Priscila Latoja Eduardo Osse
Fecha:	15/08/2018	Hora:	22:00 Pm
Herramienta a utilizar:		Cámara termográfica <b>TRM450</b>	
Tablero Eléctrico:		Tablero de Fuerza 4	
Componente:		Relé térmico	
Prioridad:		No aplica	
Observación:		En esta imagen se puede apreciar unas temperaturas relativamente altas, pero a diferencia de las otras imágenes no se aprecia una variación de temperatura entre los puntos calientes, en este caso las temperaturas altas son apreciadas en los conductores lo cual puede indicar un mal dimensionamiento del conductor usado.	
Informe de las reparaciones que se deben realizar:		De igual manera se recomienda realizar una revisión al apriete de los terminales, además de verificar si la sección del conductor es la adecuada para esta aplicación.	

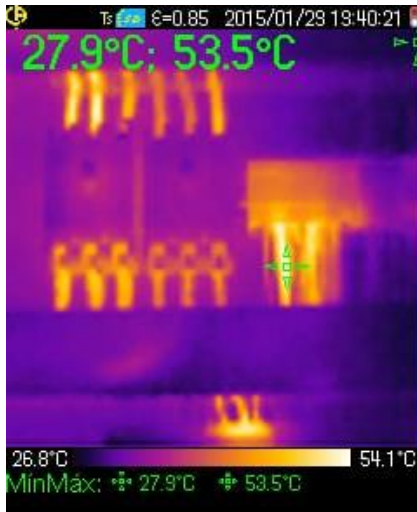
Fuente: De elaboración propia

Tabla 3-7 Tabla de inspección termográfica

Informe de inspección termográfica			
			
Imagen real		Imagen termográfica	
Empresa:	New Concisa Chile SpA	Realizado por:	Priscila Latoja Eduardo Osse
Fecha:	15/08/2018	Hora:	22:00 Pm
Herramienta a utilizar:	Cámara termográfica <b>TRM450</b>		
Tablero Eléctrico:	Tablero de fuerza 4		
Componente:	Automático		
Prioridad:	5		
Observación:	<p>En la figura anterior, se ve un claro exceso de temperatura, el cual está ubicado en el conductor del lado derecho del automático aguas arriba de este mismo al igual que el conductor del centro, esto se puede deber a que el tablero presente una temperatura interna excesiva a causa de un disparo de los relés térmicos, o un envejecimiento de la parte electrónica o un aumento de la temperatura de las paredes externas. Como medida de protección se puede colocar una alarma y para solucionar los problemas mencionados se puede mejorar la ventilación del lugar o del cuadro. También si llegase a ocurrir un cortocircuito o sobrecarga se puede producir el deterioro de los conductores y de los soportes aislantes de las barras.</p>		
Informe de las reparaciones que se deben realizar:	<p>En tal caso, para proteger al tablero se debe efectuar una desconexión de seguridad y, entre las soluciones para resolver la falla, se pueden dimensionar adecuadamente los conductores y mejorar la capacidad electrodinámica de los soportes a temperaturas elevadas. Se recomienda realizar una inspección a la alimentación que estos posee y a el aparato(s) o máquina(s) al que alimenta(n).</p>		



Fuente: De elaboración propia

Tabla 3-8 Tabla de inspección termográfica

Informe de inspección Termográfica			
			
Imagen termográfica		Imagen real	
Empresa:	New Concisa Chile SpA	Realizado por:	Priscila Latoja Eduardo Osse
Fecha:	15/08/2018	Hora:	22:00 Pm
Herramienta a utilizar:		Cámara termográfica <b>TRM450</b>	
Tablero Eléctrico:		Tablero de fuerza 5	
Componente:		Barra trifásica alimentadora	
Prioridad:		1	
Observación:		<p>En esta comparación se puede apreciar una temperatura alta en los conductores aguas arriba del automático y aguas abajo del mismo, esto se puede deber a una falla en la alimentación o a un posible mal dimensionamiento de la línea.</p> <p>Además, se aprecia un exceso de temperatura en los dispositivos de distribución al lado de los automáticos en lo que son los cables de esos, pero esto se puede deber a una temperatura producida por inducción debido al exceso de cables o a que estos no poseen la sección correspondiente.</p>	
Informe de las reparaciones que se deben realizar:		<p>Se recomienda realizar un estudio a la alimentación del automático ubicado a la izquierda y verificar si las líneas están bien dimensionadas, de igual forma se recomienda revisar la sección de los conductores del lado derecho. También verificar el apriete de los terminales en el automático del lado izquierdo tanto aguas arriba como aguas abajo del mismo, si el problema persiste se deberá realizar una inspección a la corriente circulada por estos.</p>	

Fuente: De elaboración propia

Tabla 3-9 Tabla de inspección termográfica

Informe de inspección termográfica			
			
Imagen real		Imagen termográfica	
Empresa:	New Concisa Chile SpA	Realizado por:	Priscila Latoja Eduardo Osse
Fecha:	15/08/2018	Hora:	22:00 Pm
Herramienta a utilizar:	Cámara termográfica <b>TRM450</b>		
Tablero Eléctrico:	Tablero General		
Componente:	Automático		
Prioridad:	No aplica		
Observación:	En este caso la temperatura está dentro de los 30-40°C y la diferencia dentro de estos no es mucha por lo cual se asume que están bien equilibradas las fases y los terminales constan con un buen apriete.		
Informe de las reparaciones que se deben realizar:	Se recomienda revisar catálogo para verificar la temperatura de trabajo de los conductores y de esta forma poder verificar si están bien dimensionados o no.		

Fuente: De elaboración propia

Tabla 3-10 Tabla de inspección termográfica

Informe de inspección termográfica			
			
Imagen real		Imagen termográfica	
Empresa:	New Concisa Chile SpA	Realizado por:	Priscila Latoja Eduardo Osse
Fecha:	15/08/2018	Hora:	22:00 Pm
Herramienta a utilizar:	Cámara termográfica <b>TRM450</b>		
Tablero Eléctrico:	Tablero de fuerza 1		
Componente:	Automático		
Prioridad:	3		
Observación:	La imagen muestra una clara diferencia entre las temperaturas aguas arriba del automático y aguas abajo del mismo, esto se puede deber a un mal dimensionamiento del cable o una falla en la alimentación de estos.		
Informe de las reparaciones que se deben realizar:	Se recomienda revisar el dimensionamiento de estos y ejecutar un análisis de la alimentación que estos poseen.		

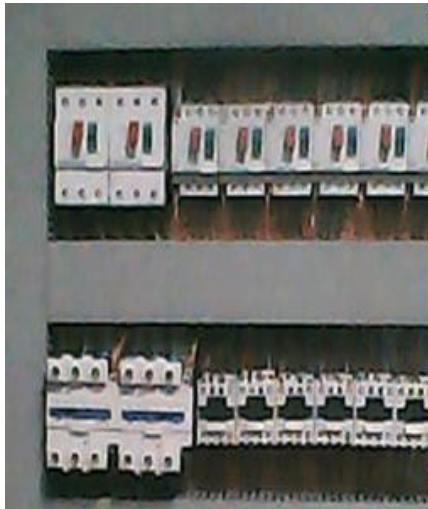
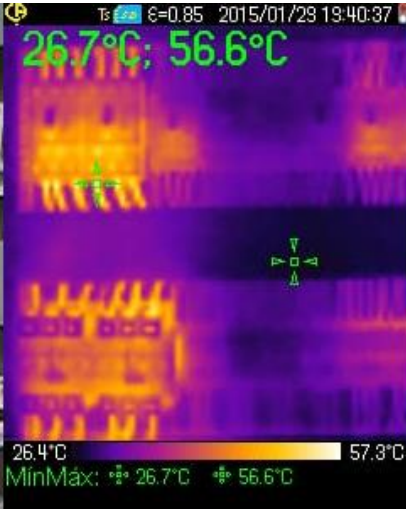
Fuente: De elaboración propia

Tabla 3-11 Tabla de inspección termográfica

Informe de inspección termográfica			
			
		Imagen termográfica	
Empresa:	New Concisa Chile SpA	Realizado por:	Priscila Latoja Eduardo Osse
Fecha:	15/08/2018	Hora:	22:00 Pm
Herramienta a utilizar:	Cámara termográfica <b>TRM450</b>		
Tablero Eléctrico:	Tablero de fuerza 3		
Componente:	Contactor		
Prioridad:	No aplica		
Observación:	En esta imagen no se aprecian temperaturas excesivamente altas entre los puntos calientes y su temperatura está dentro del rango de 20 a 30°C lo cual no es una temperatura excesiva. Se puede apreciar que las mayores temperaturas se encuentran en los conectores lo cual puede indicar un mal apriete de los terminales.		
Informe de las reparaciones que se deben realizar:	Se recomienda realizar un apriete de estos.		

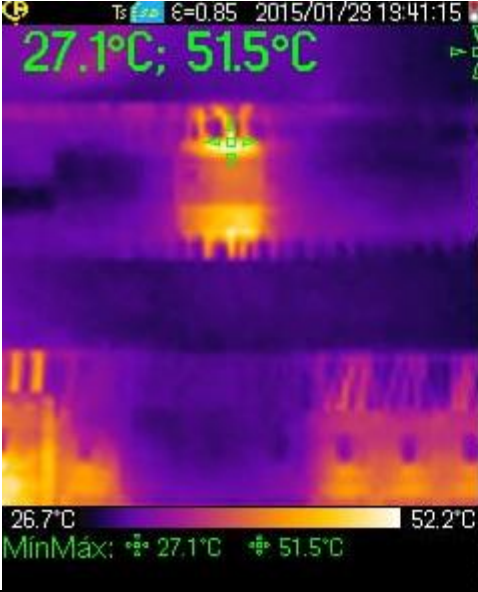

Fuente: De elaboración propia

Tabla 3-12 Tabla de inspección termográfica

Informe de inspección termográfica			
			
Imagen real		Imagen termográfica	
Empresa:	New Concisa Chile SpA	Realizado por:	Priscila Latoja Eduardo Osse
Fecha:	15/08/2018	Hora:	22:00 Pm
Herramienta a utilizar:		Cámara termográfica <b>TRM450</b>	
Tablero Eléctrico:		Tablero de fuerza 2	
Componente:		Guarda motor	
Prioridad:		3	
Observación:		En el tablero se aprecia un exceso de temperatura aguas abajo del guarda motor de la parte superior, esto se puede deber a una sobrecarga, o bien puede ser un mal ajuste de los terminales en este punto, por lo cual se recomienda realizar un reapreté a estos puntos en general.	
Informe de las reparaciones que se deben realizar:		Es recomendable de todas formas revisar el apriete de los otros terminales para así prevenir posibles fallas a futuro.	

Fuente: De elaboración propia

Tabla 3-13 Tabla de inspección termográfica

Informe de inspección termográfica			
			
Imagen termográfica		Imagen real	
Empresa:	New Concisa Chile SpA	Realizado por:	Priscila Latoja Eduardo Osse
Fecha:	15/08/2018	Hora:	22:00 Pm
Herramienta a utilizar:	Cámara termográfica <b>TRM450</b>		
Tablero Eléctrico:	Tablero de fuerza 2		
Componente:	Automático		
Prioridad:	No aplica		
Observación:	Se puede observar un exceso de temperatura en la parte aguas arriba y aguas abajo del automático, estos puntos se encuentran aproximadamente en los 50°C, esto se puede deber a un mal ajuste de los terminales ya que el exceso de temperatura está situado principalmente en los conectores.		
Informe de las reparaciones que se deben realizar:	En este caso es recomendable realizar un reajuste en los terminales de este y revisar también lo que alimenta este dispositivo		



Fuente: De elaboración propia

Tabla 3-14 Tabla de inspección termográfica

Informe de inspección termográfica			
			
Imagen real		Imagen termográfica	
Empresa:	New Concisa Chile SpA	Realizado por:	Priscila Latoja Eduardo Osse
Fecha:	15/08/2018	Hora:	22:00 Pm
Herramienta a utilizar:	Cámara termográfica <b>TRM450</b>		
Tablero Eléctrico:	Tablero de fuerza 3		
Componente:	Guarda motor		
Prioridad:	5		
Observación:	Aquí se aprecia un claro exceso en la temperatura ubicado aguas arriba del guarda motor, específicamente en las fases del lado izquierdo y en el lado centro de este, esto se debe a una posible falla en la alimentación. Si existen conexiones defectuosas, uno de los principales efectos será la destrucción de los conductores de los dispositivos.		
Informe de las reparaciones que se deben realizar:	En este caso se recomienda Realizar una investigación a fondo de la alimentación en dichos puntos ya que las temperaturas son excesivas, de igual forma se recomienda realizar un reajuste en los terminales.		


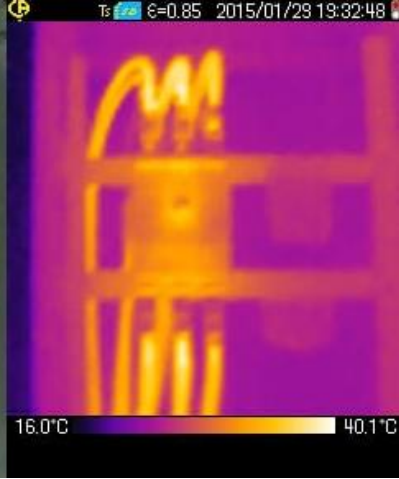
Fuente: De elaboración propia

Tabla 3-15 Tabla de inspección termográfica

Informe de inspección termográfica			
			
Imagen real		Imagen termográfica	
Empresa:	New Concisa Chile SpA	Realizado por:	Priscila Latoja Eduardo Osse
Fecha:	15/08/2018	Hora:	22:00 Pm
Herramienta a utilizar:	Cámara termográfica <b>TRM450</b>		
Tablero Eléctrico:	Tablero de fuerza 4		
Componente:	Automático		
Prioridad:	3		
Observación:	En la figura mostrada, encontramos una variación de temperatura, aguas abajo del automático, en la fase R respecto a sus adyacentes. Este exceso de temperatura se puede deber a un mal conexionado.		
Informe de las reparaciones que se deben realizar:	Esto se puede solucionar realizando un reapreté en los terminales de este.		

Fuente: De elaboración propia

Tabla 3-16 Tabla de inspección termográfica

Informe de inspección termográfica			
			
Imagen real		Imagen termográfica	
Empresa:	New Concisa Chile SpA	Realizado por:	Priscila Latoja Eduardo Osse
Fecha:	30/08/2018	Hora:	22:00 Pm
Herramienta a utilizar:		Cámara termográfica <b>TRM450</b>	
Tablero Eléctrico:		Tablero General	
Componente:		Automático	
Prioridad:		No aplica	
Observación:		En este elemento se observan temperaturas entre los 16-40°C lo cual no son temperaturas altas, y la diferencia entre la alimentación aguas arriba y aguas abajo del automático no es mayor a 10°C, por lo cual no se considera como un defecto.	
Informe de las reparaciones que se deben realizar:		De todas formas, se recomienda revisar o verificar si la sección es la correcta.	

Fuente: De elaboración propia

## 3.2. COSTO DEL PROYECTO

### 3.2.1 CURSO DE CAPACITACIÓN DE APLICACIÓN DE TERMOGRAFÍA

La descripción del curso es entregar los fundamentos técnicos necesarios para iniciar la aplicación de las cámaras termográficas en la inspección de componentes electro-mecánicos y sistemas térmicos.

A continuación, se nombrarán los contenidos que se verán en la capacitación:

- Introducción a la termografía
- Conocimiento de las cámaras termográficas

- Técnicas de análisis de imágenes térmicas
- Aplicación de software de análisis de imágenes térmicas
- Elaboración de reportes de análisis termográfico

Tabla 3-17 Costo de la capacitación

Capacitación	Horas Capacitación	Valor
Técnico Superior eléctrico	16	\$380.000
Técnico Superior eléctrico	16	\$380.000
<b>COSTO TOTAL CAPACITACIÓN</b>		<b>\$760.000</b>

Fuente: De elaboración propia

La duración de esta capacitación es de 16 horas de modo presencial y el valor de este es de \$380.000.-

### 3.2.2 CÁMARA TERMOGRÁFICA

La cámara termográfica a utilizar por el personal en este proyecto es la cámara termográfica TRM 450. Esta cámara posee la mezcla óptima de funciones entre un termómetro infrarrojo, con un alto nivel de seguridad en la toma de temperatura y una cámara térmica que permite apreciar los sectores específicos donde se presentan los puntos de mayor y de menor temperatura además de la temperatura del punto central de la pantalla. Es liviana y fácil de operar pudiendo también registrar los datos obtenidos en un computador mediante imágenes en formato JPG, transferible al PC a través del puerto USB.

Se nombrarán las especificaciones técnicas de cuya cámara anteriormente mencionada:

- Rango de temperatura: -25°C hasta + 450°C
- Precisión temperatura:  $\pm 2\%$
- Resolución: 0,1°C
- Resolución de pixeles: 300.000 pixeles (220 x 160)
- Display: 3,2 pulgadas de color
- Campo de visión: 27° por 35° a 0.5m
- Conexión: Micro USB 2.0
- Emisividad: Ajustable 0.01 a 1.0
- Temperatura de operación: 0°C hasta 45°C
- Dimensiones: 223 x 90 x 105

- Peso: 390 gr
- Incluye: Certificado de calibración



Fuente: Detectores y sensores

Figura 3-3 Cámara termográfica

A continuación, se muestra el costo de la cámara termográfica. El valor puede observarse en el Anexo B: cotización de cámara termográfica.

Tabla 3-18 Costo de cámara termográfica

Modelo cámara termográfica	Costo
<b>TRM 450</b>	<b>699.990</b>

Fuente: De elaboración propia

### 3.2.3 COSTO MANO DE OBRA

En el costo de mano de obra se considera la cantidad de personal con el que se trabajó y las horas de terreno y se contabilizan las horas que se llevó realizar el análisis de aquella inspección.

Tabla 3-19 Costo mano de obra en desarrollo del proyecto

Personal		Total HH trabajadas	Valor HH	Pago total
Técnico eléctrico	superior	32	\$13.000	\$416.000
Técnico eléctrico	superior	32	\$13.000	\$416.000
<b>COSTO TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>\$832.000</b>

Fuente de elaboración propia

### 3.2.4. COSTO TOTAL DEL PROYECTO

En el cálculo del costo del proyecto se consideraron; el instrumento a utilizar en este caso la cámara termográfica TRM 450, las visitas a terreno, la capacitación que se tuvo que realizar de la aplicación de la termografía, y por último el análisis termográfico que se realizó a dichos componentes que presentaron alguna anomalía.

Tabla 3-20 Costo total del proyecto

<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	\$2.291.990
<b>IMPREVISTO 5%</b>	\$114.599
<b>IVA</b>	\$457.252
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$2.863.841</b>

Fuente: De elaboración propia

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La termografía en las empresas que especialmente trabajan con productos frescos tal como lo hace New Concisa, es de vital importancia, ya que con la cámara termográfica podemos ver a través de su termo-grama las diferencias de temperaturas y así encontrar anomalías y/o posibles fallas en el futuro en las máquinas o tableros eléctricos, ya que son consideradas en este caso como las cargas críticas, estos deben funcionar al 100% durante el tiempo necesario y estar en óptimas condiciones, ya que una falla o interrupción en estos, perjudicará directamente al producto en cuestión por el tema de la conservación afectando también los ingresos a la empresa. La merma de los productos se convierte directamente en una gran pérdida económica para la empresa, por lo cual con este estudio termográfico se puede buscar una pronta solución a cualquier tipo de falla que se pueda presentar, y evitar en gran parte algún paro de producción no planificado.

En términos generales los tableros de la empresa y los componentes eléctricos en general, visualmente se encuentran en buen estado, ordenados y relativamente limpios, a pesar de la falta de mantenimiento preventivo en la empresa. Sin embargo, a nivel general, según las mediciones es probable que haya dispositivos, máquinas o aparatos eléctricos que puedan no estar funcionando de manera óptima. Además de esto, la empresa no posee registros, planillas o bitácoras relacionadas a las cargas críticas de su sistema eléctrico, lo cual dificulta las tareas de mantención, diagnóstico, u otras relacionadas a dichas cargas, en la compañía.

Es por esto que se recomienda que la empresa pueda realizar la implementación mantenimiento preventivo, ya que es el destinado a la conservación de equipos e instalaciones mediante la realización de revisión y limpieza que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad, incluyendo lo descrito anteriormente y también considerando repuestos de las máquinas críticas. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, a diferencia del mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados, como es el caso de la empresa, generando así un deterioro no controlado en los equipos pudiendo llevar a fallas no deseadas. El principal objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo pueden incluir acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites, lubricantes y componentes eléctricos, etc. Es importante también incluir el uso de la termografía de forma periódica, debido a que es una herramienta que ayuda en el análisis realizado a la hora de planificar el mantenimiento.

El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran. También se debe mantener registros precisos de las inspecciones pasadas y los informes de servicio, así como conocer la vida útil de cada pieza para establecer la frecuencia de reemplazo.

Estos registros pueden ayudar a los técnicos de mantenimiento a anticipar el momento adecuado para cambiar las piezas y también pueden ayudar a diagnosticar problemas cuando ocurren.

Además de reducir pérdidas en producto y capital, las recomendaciones ya descritas, ayudan en varios otros factores, tal como es el consumo eléctrico de la empresa y por consecuencia los gastos en la factura de energía, debido a que, por ejemplo, si un motor se encuentra con alguna falla mecánica, de sobrecarga o de cortocircuito, este aumentara el consumo de corriente y por lo tanto la energía consumida por la empresa, al igual que con alguna falla de apriete de terminales u otras debido a que el aumento de temperatura incrementa la resistencia de los conductores, y por consecuencia, aumenta la pérdida en estos conductores. Otro de los aspectos en los que ayudan estas recomendaciones, es en el aumento de la vida útil de los componentes y máquinas, ya que con el mantenimiento se conservan de mejor forma los equipos y junto con la termografía, las fallas pueden diagnosticarse de mejor manera y en un período de tiempo más corto.





**BIBLIOGRAFÍA**

GONZÁLES Rojas Javier, OLIVARES Noguera Fabián. Aplicación del análisis termográfico al mantenimiento eléctrico. (Técnico Universitario en electricidad). Valparaíso. Universidad técnica Federico Santa María. 2020. 61p.

NEITA Duarte Lidia, PEÑA Rodríguez Elkin. Principios básicos de la termografía infrarroja y su utilización como técnica para mantenimiento predictivo. (Especialista en control e instrumentación industrial). Floridablanca. Universidad Pontificia Bolivariana. 2011. 221p.

ROYO, Rafael. Termografía infrarroja. Fundamentos, Investigación y Aplicaciones. 1ª ed. Valencia: Universidad politécnica de Valencia, 2013. 348 p. ISBN 9788483639689.



## **ANEXOS**



**ANEXO A: PLANILLA DE TRABAJO**

Planilla de trabajo			
Inspección a tableros eléctricos			
Área de trabajo:	Sector 1	Empresa:	New Concisa Chile SPA
Fecha:		Hora:	
Tiempo:	6 horas	Frecuencia:	3 meses
Realizado por:		Cargo:	
Aprobado por:	Patricio Herrera	Cargo:	Jefe de mantención
EPP:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapatos de seguridad dieléctricos</li> <li>• Casco</li> <li>• Guantes de seguridad</li> <li>• Lentes de seguridad</li> </ul>	Herramientas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desatornilladores</li> <li>• Alicata</li> <li>• Brocha</li> <li>• Limpiador de contacto</li> <li>• Desengrasante dieléctrico</li> <li>• Set llaves allen</li> <li>• Multitester</li> <li>• Aspiradora de mano</li> <li>• Amarres plásticos</li> </ul>
Precauciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar contacto de agua</li> <li>- Peligro de electrocución</li> </ul>		
Actividades:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retirar candado de bloqueo</li> <li>2. Desenergizar tablero y colocar tarjeta de precaución</li> <li>3. Verificar presencia de energía</li> <li>4. Verificar estado de componentes (cables, borneras, elementos eléctricos)</li> <li>5. Quitar el polvo de la superficie del gabinete con brocha o aspiradora</li> <li>6. Quitar el polvo que se encuentre internamente en el equipo con aspiradora</li> <li>7. Limpiar con desengrasante dieléctrico borneras, cables y estructuras</li> <li>8. Realizar un reapriete de los tornillos de las piezas electrónicas</li> <li>9. Organizar cableado con amarres plásticos</li> <li>10. Retirar humedad de los elementos eléctricos con limpiador de contactos</li> <li>11. Energizar tablero y retirar tarjeta de precaución</li> <li>12. Verificar el funcionamiento de los equipos conectados al tablero (Túnel de congelado)</li> </ol>		
Observaciones:			

Planilla de trabajo			
Cambio de enchufes en mal estado a tableros eléctricos			
Área de trabajo:	Sector 1	Empresa:	New Concisa Chile SPA
Fecha:		Hora:	
Tiempo:	3 horas	Frecuencia:	1 mes
Realizado por:		Cargo:	
Aprobado por:	Patricio Herrera	Cargo:	Jefe de mantención
EPP:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapatos de seguridad dieléctricos</li> <li>• Casco</li> <li>• Guantes de seguridad</li> <li>• Lentes de seguridad</li> </ul>	Herramientas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desatornilladores</li> <li>• Alicates</li> <li>• Taladro inalámbrico</li> <li>• Multitester</li> <li>• Pela cables</li> </ul>
Precauciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar contacto de agua</li> <li>- Peligro de electrocución</li> </ul>		
Actividades:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retirar candado de bloqueo</li> <li>2. Desenergizar tablero y colocar tarjeta de precaución</li> <li>3. Verificar presencia de energía</li> <li>4. Identificar enchufes en mal estado (deteriorados, tornillos oxidados, rotos)</li> <li>5. Proceder a desatornillar enchufes en mal estado con taladro inalámbrico</li> <li>6. Verificar estado de los cables del enchufe y cortar sus puntas con el pela cables</li> <li>7. Cambiar tornillos oxidados por tornillos nuevos</li> <li>8. Proceder a atornillar enchufe nuevo con taladro inalámbrico</li> <li>9. Retirar tarjeta de precaución y energizar tablero</li> <li>10. Verificar el funcionamiento de los equipos conectados al tablero (Túnel de congelado)</li> </ol>		
Observaciones:			

Planilla de trabajo			
Medición de variables y termografía			
Área de trabajo:	Sector 1	Empresa:	New Concisa Chile SPA
Fecha:		Hora:	
Tiempo:	3 horas	Frecuencia:	1 mes
Realizado por:		Cargo:	
Aprobado por:	Patricio Herrera	Cargo:	Jefe de mantención
EPP:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapatos de seguridad dieléctricos</li> <li>• Casco</li> <li>• Guantes de seguridad</li> <li>• Lentes de seguridad</li> </ul>	Herramientas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cámara termográfica</li> <li>• Multitester</li> <li>• Megóhmetro</li> </ul>
Precauciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar contacto de agua</li> <li>- Peligro de electrocución</li> </ul>		
Actividades:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retirar candado de bloqueo</li> <li>2. Abrir tapa interna del tablero con precaución</li> <li>3. Inspeccionar con cámara termográfica elementos internos del tablero eléctrico</li> <li>4. Localizar puntos a alta temperatura dentro del tablero</li> <li>5. Realizar apuntes de elementos con temperaturas excesivamente altas</li> <li>6. Realizar medición de cargas a elementos de tablero con Multitester</li> <li>7. Anotar resultado en la medición de variables</li> <li>8. Desenergizar tablero y colocar tarjeta de precaución</li> <li>9. Verificar presencia de energía</li> <li>10. Realizar medición de aislación a elementos de tablero eléctrico</li> <li>11. Realizar apunte de los datos obtenidos en la medición de aislamiento</li> <li>12. Energizar tablero y retirar tarjeta de precaución</li> <li>13. Verificar el funcionamiento de los equipos conectados al tablero eléctrico (Túnel de congelado)</li> </ol>		
Observaciones:			

**ANEXO B: COTIZACIÓN DE CÁMARA TERMOGRÁFICA**

<b>Detectores y Sensores.cl</b> 		<b>Cotización</b>	
Sr. Eduardo Andres Fono:		Cotización N°: 20193696M Fecha: 05/11/2019	
<b>114-TRM450</b>	CAMARA TERMOGRÁFICA	1	699.990 699.990
		VALOR TOTAL	699.990

**CAMARA TERMOGRÁFICA  
114-TRM450**



**Oferta**



**Oferta**

**VALIDEZ DE LA COTIZACION: 1 MES**  
**TIEMPO DE ENTREGA: DISPONIBLE DENTRO DE 3 SEMANAS**  
**FORMA DE PAGO: CONTADO**  
**GARANTIA: 1 AÑO**

La cámara Termográfica TRM 450 posee la mezcla óptima de funciones entre un termómetro infrarrojo, con un alto nivel de seguridad en la toma de temperatura y una cámara térmica que permite apreciar los sectores específicos donde se presentan los puntos de mayor y de menor temperatura además de la temperatura del punto central de la pantalla

Es liviana y fácil de operar pudiendo también registrar los datos obtenidos en un computador mediante imágenes en formato JPG, transferible al PC a través del puerto USB.

<b>ALBA AMBIENTE S.A.</b> RUT: 77.501.530-6	Av. Grecia 1460, Ñuñoa - Santiago Fonos: 229 184 567 - 229 184 247
--	---

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

- Rango de temperatura: -25°C hasta +450°C
- Precisión temperatura:  $\pm 2\%$
- Resolución 0,1° C
- Resolución de pixeles: 300.000 pixeles (220 x 160)
- Display 3,2 pulgadas color
- Campo de visión 27° por 35° a 0.5m
- Conexión micro USB 2.0
- Emisividad ajustable 0.01 a 1.0
- Temperatura de operación 0°C hasta 45°C
- Dimensiones 223 x 90 x 105
- Peso 390gr
- Incluye Certificado de Calibración